

ВЫБОР ХАРАКТЕРИСТИК ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫБОРА В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Из опыта известно, что уровень подготовки специалистов в области металлообработки на наших предприятиях достаточно высокий и при наличии объективной информации и соответствующих рекомендаций позволяет им эффективно и быстро оптимизировать процесс шлифования заготовок и подобрать оптимальный вариант характеристик шлифовальных кругов. Ни для кого не секрет, что технология изготовления абразивного инструмента отечественных производителей мало уступает зарубежной, существует разница приблизительно лишь на 10% специальных кругов

Annotation

The use of abrasive materials in modern machine-building is fast becoming one of the most productive methods for metals machining, successfully replacing blade-cutting operations. The use of abrasive operations can grow further if a comprehensive classification and standards for choosing machining parameters and abrasive discs characteristics are worked out for given technological operations. Recommendations on choosing abrasive discs for some operations were crated back in the previous century and can be used as reference today. The table provided helps to easily choose the necessary disc parameters.

Автор статьи

Директор департамента технологий и инноваций
ООО «Торговый дом «Александр»
С.Н. Эсмантович,
esmantovych@mail.ru
technology@alexander-td.com

Современная абразивная обработка в машиностроении уже не является лишь способом получения необходимого класса чистоты поверхности деталей, а становится одним из наиболее производительных методов обработки разнообразных металлов, успешно заменяя операции лезвийной обработки.

В настоящий момент в отечественной индустрии объем абразивной обработки составляет более 30% всей металлообработки, а в подшипниковой промышленности — свыше 70%. В зарубежной практике общий объем абразивной обработки достигает 50%.

Общеизвестно, что вопрос влияния составляющих абразивного инструмента на его свойства и эксплуатационные показатели остается предметом полемики, что является одной из причин отсутствия общепринятой взаимосвязи свойств абразива и параметров шлифования. Это выгодно, в первую очередь, производителям абразивного инструмента. Наиболее контрастно это проявляется на шлифовальных кругах на керамической связке. Для отечественных производителей абразивов низкий

уровень технологий в машиностроении позволяет выпускать универсальную продукцию крайне низкого качества, без предоставления каких-либо гарантий и получения рекомендаций. При заказе шлифовальных кругов от покупателей требуют «полную характеристику, согласно ГОСТ», тем самым снимая всю ответственность за результаты эксплуатации круга. Это позволяет производителям не напрягаться по поводу разработки новых технологий производства и сфер применения своей продукции.

Ведущие мировые производители практикуют другую крайность: на любую операцию шлифования имеется рекомендация и «специальный шлифкруг» со сложной системой идентификации, что не позволяет потребителю обдуманно выбирать характеристики абразивного инструмента под конкретную операцию шлифования. При этом покупателю навязывается много ненужных опций, которые приводят к значительному удорожанию шлифовальных кругов. Но покупатель, при необходимости, получает и рекомендации по режимам шлифования. Понятно, что «лидеры абразивов» используют много марок связок и абразивных мате-





АЛЕКСАНДР
торговый дом

ТД «Александр» – комплексные поставки
абразивного и металлорежущего инструмента,
технологической оснастки

ПОСТАВЩИК №1
в вашем личном списке доверия

35% Рынка абразивного инструмента

>20 **ЛЕТ НА РЫНКЕ**
20-летний уникальный опыт работы на рынке абразивного инструмента и оснастки гарантирует вам экспертный уровень предоставляемых услуг и эффективность предлагаемых решений

>20 **ЭКСПЕРТОВ**
Более 20 специалистов, отраслевых экспертов и инженеров-технологов обеспечат оперативную проработку ваших заказов и подберут наиболее эффективные и экономически оправданные решения ваших задач

>15000 **ПОЗИЦИЙ НА СКЛАДЕ**
Продуманный и постоянно поддерживаемый товарный запас позволяет оперативно и бесперебойно выполнять ваши заказы по ходовым и стандартным позициям, исключая возможность простоя в работе производственного оборудования из-за отсутствия необходимых расходных материалов

Для вас это означает, что вы будете работать с компанией – лидером рынка, отраслевым экспертом, способным решать задачи любого уровня сложности и выполнять свои обязательства

2000+ **КЛИЕНТОВ**
Свыше 2000 компаний – постоянных клиентов, среди которых ведущие предприятия различных отраслей; – лучшее подтверждение надежности нашей компании как поставщика и партнера

30+ **ПОСТАВЩИКОВ**
Многолетние партнерские и дилерские отношения с ведущими отраслевыми производителями инструмента гарантируют вам стабильное качество поставляемой продукции, выгодные цены и своевременное выполнение ваших заказов

www.alexander-td.com

Главный офис	Филиал
г. Запорожье, пр. Соборный, 63 +38 (061) 220-58-33, 220-95-31 info@alexander-td.com	г. Киев, ул. Маршала Гречко, 3 +38 (044) 377-79-82, 531-19-80 kiev@alexander-td.com

риалов, но никогда не афишируют, что 90% продукции выпускают по самой обычной технологии, ничем не лучшей «совковой».

Говоря проще, отечественная абразивная отрасль не может предоставить информацию покупателю по выбору абразивов, зарубежная же не хочет терять влияние на выбор покупателя и, соответственно, прибыль. В любом случае, предприятия являются заложниками ситуации, при которой можно было бы приобрести недорогой абразивный инструмент у отечественного производителя, но надо правильно поставить задачу.

При социалистическом государственном устройстве было все понятно. Практически на каждую операцию был разработан типовой техпроцесс, утвержден норматив на параметры и режимы, с однозначной характеристикой необходимого абразива. Более того, для каждого предприятия согласовывались «портфели заказов» на абразивный инструмент, которые с избытком закрывали потребность предприятий. Абразивную сферу обслуживали соответствующие ведомства, научно-исследовательские учреждения. Высшая школа также имела госзаказ на проведение НИР в области абразивной обработки.

В условиях рыночной экономики научно-техническая составляющая отечественной абразивной отрасли нивелировалась.

НИИ абразивов расформированы, высшая школа самоустранилась от изысканий в области абразивов. Студентам в вузах преподают морально и физически устаревшие «основы абразивной обработки».

Как следствие, информационный вакуум по производству и эксплуатации абразивного инструмента заполняют технические издания 50-летней давности и интернет-источники узконаправленного содержания.

Однако не все так печально. Уровень подготовки специалистов по абразивной обработке на предприятиях достаточно высокий, и оптимизировать процесс выбора абразивного инструмента абсолютно реально. Для этого достаточно:

- а) иметь информацию, которая позволит правильно выбрать характеристику абразивного инструмента;
- б) правильно заказать у отечественного производителя необходимый абразивный инструмент по всем характеристикам (и изыскать возможность законно проверить качество).

Исчерпывающие рекомендации по выбору шлифовальных кругов на конкретные операции шлифования были разработаны в 70–80 годы прошлого века учеными отраслевых НИИ и высшей школы, но эти разработки не получили широкого внедрения на предприятиях, хотя были учтены при

создании нормативных документов (ГОСТы, ОСТы, ТУ) и отраслевых нормативов. Достаточно много информации печаталось в отраслевых научных изданиях.



Для наглядности можно привести выдержки из ряда документов, с помощью которых можно выбрать или проверить правильность выбора параметров обработки и характеристик шлифовальных кругов на конкретной производственной операции. Например, для операций круглого наружного врезного шлифования:

— в ГОСТ 2424–83 «Круги шлифовальные. Технические условия», действующем до настоящего времени в Украине, кроме технических параметров кругов для указанной операции, в табл. 25 приведены требуемые эксплуатационные показатели:

Таблица 25

Тип круга	Наружный диаметр круга, мм	Высота круга, мм	Марка шлифовального материала	Зернистость	Степень твердости	Номер структуры	Коэффициент шлифования, не менее	Шероховатость обработанной поверхности, Ra, мкм, не более
Круглое наружное врезное шлифование								
1; 5; 7; 23; 26	200–250	До 40	25A	F46... F100	CM1–CT3	6–8	1,2	1,25
	300–350						2,4	
	400–500	До 63		F120... F180	M3–CM2	7–9	3,00	
	600; 750			До 80	F46... F90	M3–CT2	5–8	0,9
	300; 350	1,46						1,25
	400; 450	1,70						
500; 600	2,16							
1	200–400	До 50	63C; 64C	CM1–C1	7–8	0,8	0,63	
	175–400			F100... F400	M3–CT1	7–9		1,2
				53C; 54C	F46... F90	M3–C1		6–8

При этом приводится примечание, позволяющее определить показатели для других абразивных материалов:

Для кругов из нормального электрокорунда значения коэффициента шлифования должны быть умножены на 0,8; из хромитанового и хромистого электрокорундов — на 1,2; из монокорунда — на 1,5 по сравнению с коэффициентом для кругов из белого электрокорунда. Для кругов из черного карбида кремния значение коэффициента должно быть умножено на 0,8 по сравнению со значением для кругов из зеленого карбида кремния.

С помощью приведенной таблицы можно определить расширенные характеристики кругов, но зернистость, твердость приведены в широком диапазоне. Для уточнения этих параметров есть общеизвестные правила.

По зернистости кругов следует учесть:

- Шлифовальные круги с использованием крупных номеров зернистости применяются на обдирочных операциях с удалением больших припусков, при обработке материалов, которые вызывают заполнение пор круга (например, при обработке латуни, меди, алюминия и при большой площади контакта круга с обрабатываемой деталью).

- Средне- и мелкозернистые круги применяются для получения шероховатости в пределах Ra 0,32–0,03; при обработке закаленных сталей и твердых сплавов, при окончательном шлифовании, заточке и доводке инструментов; при высоких требованиях к точности обрабатываемого профиля детали.

- С уменьшением размера абразивных зерен повышается их режущая способность за счет возрастания числа зерен на единице рабочей поверхности, но уменьшается съем материала с обрабатываемой детали за единицу времени.

- Уменьшение размера зерен приводит к значительному уменьшению пор круга, что вызывает необходимость снижения глубины шлифования и величины снимаемого на операции припуска.

- Существует прямая зависимость между зернистостью круга и шероховатостью обработанной поверхности. Чем крупнее зернистость абразивного материала, тем больше значения высотных параметров шероховатости Ra.

Зернистость по FEPA	Шероховатость Ra, мкм
F40... F60	1,25...0,5
F70... F100	0,4...0,2
F120... F220	0,16...0,12
F400... F600	0,1...0,08

При выборе твердости круга необходимо руководствоваться следующими положениями:

- При обработке материалов с высокой твердостью абразивные зерна интенсивнее истираются и затупляются. Удаление затупившихся зерен скорее происходит в сравнительно «мягких» кругах. Поэтому для обработки твердых материалов следует применять «мягкие» круги, а для обработки материалов невысокой твердости — более твердые. Исключение составляют медь, алюминий, свинец, нержавеющая и жаропрочная стали, которые шлифуют мягким инструментом.

- С увеличением площади контакта между кругом и изделием давление на единицу круга уменьшается и, следовательно, обновление затупившихся зерен затрудняется. В этом случае следует использовать более «мягкий» круг.

- Чем больше окружная скорость круга, при прочих равных условиях, тем более мягкий инструмент следует применять. При интенсивных режимах работы — при большой

скорости изделия и поперечной подаче — применяются более твердые круги.

- При шлифовании без охлаждения (всухую) следует использовать более мягкие круги, чем при работе с охлаждением.

- При шлифовании неровных, прерывистых поверхностей применяют более твердые инструменты, чем при шлифовании ровных поверхностей.

- На автоматических станках устойчивых и жестких конструкций со спокойным ходом шпинделя применяются более мягкие круги, чем на станках с ручными подачами.

- Мелкозернистые инструменты должны быть относительно меньшей твердости, а крупнозернистые — большей.

- При заточке лезвий закаленных инструментов, при шлифовании и заточке пластинок из твердых сплавов, при обработке поверхностей изделий, плохо отводящих тепло, тонких, с отверстиями (типа труб) и т.п. применяют мягкие шлифовальные круги.

- При одинаковых условиях шлифования абразивный инструмент на бакелитовой связке должен быть на две степени тверже, чем аналогичный на керамической связке.

- «Мягкие» круги экономичнее «твердых», так как режут правятся и позволяют вести обработку с более интенсивными режимами. Однако твердость их не должна быть низкой, чтобы они быстро не изнашивались и не теряли форму, особенно при врезном профильном шлифовании.

- От твердости круга в значительной степени зависит и шероховатость обработанной поверхности. Прямой зависимости не выявлено. Опытным путем устанавливается оптимальное значение.

Если обобщить приведенные рекомендации, то можно привести следующую таблицу, с помощью которой легко безошибочно выбрать характеристику шлифовального круга:

Скорость круга м/с	Шероховатость поверхности, мкм, до	Стали конструкционные (углеродистые и легированные)			Стали жаропрочные, нержавеющие и инструментальные быстрорежущие	Чугуны и бронзы
		HRC <30	HRC 30...50	HRC >50		
Круглое наружное врезное шлифование						
35	Rz 20	14A F36 N (50C2) 6-7K	14A F36 M (50C1) 6-7K	25A, 14A F36 L (50 CM2) 6-7K	25A F36 L (50CM2) 6-7K	54C, 14A F36 L (50CM2) 6 K
	Ra 2,5	14A F46/F36 O (40-50CT1) 6K	14A F46/F36 M (40-50C1) 6K	25A, 14A F46/F36 L (40-50 CM2) 6K	25A F46/F36 L (40-50CM2) 6K	54C, 14A F46/F36 L (40-50 CM2) 6 K
	Ra 1,25	14A F46 O (40CT1) 6-5K	14A F46 M (40C1) 6-5K	25A, 14A F46 M (40C1) 6-5K	25A F46 M (40C1) 6-5K	64C, 14A F46 M (40C1) 6 K
	Ra 0,63	14A F90/F60 P (16-25CT2) 5K	14A F90/F60 N (16-25C2) 5K	25A, 14A F90/F60 N (16-25C2) 5K	14A, 44A F90/F60 M (16-25 C1) 5K	54C, 14A F90/F60 M (16-25C1) 5 K
50	Rz 20	25A F36 M (50C1) 6-7K	25A F36 L (50CM2) 6-7K	25A F36 K (50CM1) 6-7K	-	54C, 14A F36 K (50 CM1) 6 K
	Ra 2,5	25A F46/F36 N (40-50C2) 6K	25A F46/F36 M (40-50C1) 6K	25A F46/F36 L (40-50 CM2) 6K	-	54C, 14A F46/F36 K (40-50CM1) 6 K
	Ra 1,25	25A F46 N (40C2) 6-5K	25A F46 M (40C1) 6-5K	25A F46 L (40CM2) 6-5K	-	54C, 14A F46 L (40CM2) 6 K
	Ra 0,63	25A F90/F60 O (16-25CT1) 5K	25A F90/F60 N (16-25C2) 5K	25A F90/F60 M (16-25C1) 5K	-	54C, 14A F90/F60 N (16-25C2) 6 K

Чтобы сориентироваться по режимам правки и шлифования, достаточно посмотреть табл. 26 того же ГОСТ 2424–83. При этом установленный стандартом коэффициент шлифования кругов достаточно высокий, и указанные режимы должны его обеспечить. Это можно потребовать от производителя шлифовальных кругов.

Таблица 25

Вид шлифования	Наружный диаметр круга, мм	Обрабатываемый материал	Диаметр заготовки, мм	Припуск на обработку, мм	Режим правки			Режим шлифования		
					Глубина резания, мм	Подача, м/мин	Число проходов	Рабочая скорость круга, м/с, не более	Скорость заготовки, м/мин	Поперечная подача, мм/мин
Круглое наружное врезное	200–250	Сталь ШХ15 61...64 HRC	(0,1–0,15)D _к	0,3–0,5	0,02–0,03	0,2–0,4	1–2	35	30–35	0,8–1,0
	300–360									
	400–500		0,05D _к	0,1–0,4		0,4–0,5	2	50	50–55	2,0–2,5
	600; 750	Сталь 45 45... 50 HRC	(0,1–0,15)D _к	0,3–0,5		0,2–0,4	1–2	35	30–35	1,2–1,5
	300; 350	Чугун СЧ15-32 180 ... 200 HB		0,5–1,0		0,4–0,5	2			
	400; 450			0,3–0,5		0,3–0,4	1–2	35	30–35	0,5–1,0
	500; 600									
	200–400	Титановый сплав ВТ3-1, ВТ22	(0,1–0,15)D _к	0,3–0,5		0,02–0,05	0,3–0,4	1–2	35	30–35
175–400	Чугун СЧ15-32 180...200 HB	(0,2–0,5)D _к	0,5–1,0	0,02–0,03	0,5–0,6	3	2,0–2,5			



В нормативном пособии «Межотраслевые укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на шлифовальных станках» можно уточнить эти режимы.

Более подробную информацию по режимам, нормативам и стандартам на весь спектр шлифовальных операций можно получить на сайте www.alexander-td.com

